

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **01095968 A**

(43) Date of publication of application: **14.04.89**

(51) Int. Cl

B62D 7/14

(21) Application number: **62254215**

(22) Date of filing: **08.10.87**

(71) Applicant: **NISSAN MOTOR CO LTD**

(72) Inventor: **ITO HIDEO
YOKOTE MASATSUGU**

(54) **STEERING CONTROL DEVICE FOR
FOUR-WHEEL STEERING VEHICLE**

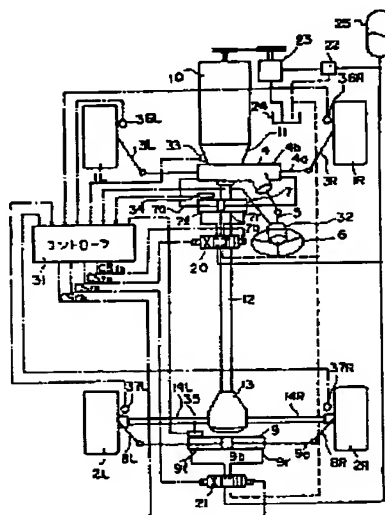
on a numeric value after correction.

COPYRIGHT: (C)1989,JPO&Japio

(57) Abstract:

PURPOSE: To provide optimum steering characteristics according to the running state of a vehicle, by providing a correction means which varies either a proportional element or an advance element to or from a steering angle command value from a steering control means based on a detecting result of a road slip state.

CONSTITUTION: A piston rod 7a of a cylinder 7 for auxilarily steering front wheels is coupled to a rack housing 4b, laterally movably and resiliently supported, of a front wheel steering mechanism. Meanwhile, a piston rod 9a of a cylinder 9 for auxilarily steering rear wheels is coupled to a knuckle for steering rear wheels through tie rods 8L and 8R. Operation of cylinders 7 and 9 is controlled by means of an oil pressure controlled by a controller 31 and flowing through servo valves 20 and 21. The controller 31 inputs output signals from number of revolutions of wheel detectors 36L, 36R, 37L, and 37R, corrects a proportional constant and a differential coefficient, calculated according to a car speed, and computes an auxiliary steering amount based



⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平1-95968

⑬ Int.Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成1年(1989)4月14日

B 62 D 7/14

A-8009-3D

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑮ 発明の名称 4輪操舵車両の操舵制御装置

⑯ 特 願 昭62-254215

⑰ 出 願 昭62(1987)10月8日

⑱ 発 明 者 伊 藤 英 夫 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社
内

⑲ 発 明 者 横 手 正 継 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社
内

⑳ 出 願 人 日産自動車株式会社 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

㉑ 代 理 人 弁理士 森 哲 也 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

4輪操舵車両の操舵制御装置

2. 特許請求の範囲

- (1) 前輪及び後輪の少なくとも一方を補助操舵する補助操舵機構と、該補助操舵機構の補助操舵量を、操舵角、外乱等の舵角指令値に対する比例要素及び進み要素を含む制御関数を用いて選定する操舵制御手段とを備えた4輪操舵車両において、走行路面の滑り状態を検出する路面状態検出手段と、該路面状態検出手段の検出値に基づいて前記操舵制御手段の比例要素及び進み要素の何れか一方を変更する補正手段とを備えたことを特徴とする4輪操舵車両の操舵制御装置。
- (2) 路面状態検出手段は、前輪及び後輪の車輪速差に基づいて路面滑り状態を検出するように構成されている特許請求の範囲第1項記載の4輪操舵車両の操舵制御装置。
- (3) 路面状態検出手段は、雨滴センサで構成されている特許請求の範囲第1項記載の4輪操舵車両の

操舵制御装置。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

この発明は、前輪及び後輪の少なくとも一方を補助操舵する補助操舵機構と、この補助操舵機構の補助操舵量を操舵角、外乱等の舵角指令値に対する比例要素及び進み要素を含む制御関数を用いて選定する操舵制御手段とを備えた4輪操舵車両の操舵制御装置に関する。

〔従来の技術〕

従来の4輪操舵車両の操舵制御装置としては、例えば特開昭62-113650号公報に記載されているものがある。

この従来例は、走行路面が滑りやすいか否かを検出する路面状態検出手段を設け、車両の旋回加速時における旋回半径の変化を減少させる方向に後輪を操舵するための制御量を加速状態検出値に基づいて決定する制御量決定手段を、路面状態検出手段の検出結果が滑りにくい状態であるときに前記制御量を第1の値に設定する第1の設定手段

と、滑りやすいときに第1の値より大きい第2の値に設定する第2の設定手段とで構成し、路面滑り状態にかかわらず所定の操舵特性を得るようにしている。

〔発明が解決しようとする問題点〕

しかしながら、上記従来の4輪操舵車両の操舵制御装置にあっては、前輪の転舵角と後輪の転舵角との舵角比を単なる比例定数によって比例制御するようにしていたため、操縦安定性は向上するが操舵応答性は悪化する傾向となり、最適な操舵特性を得ることができない問題点がある。

この問題点を解決するために、本出願人は、昭和62年5月に社団法人自動車技術会発行の学術講演会前刷集871第91頁～第96頁に記載されているように、前輪及び後輪の少なくとも何れか一方の舵角を比例要素及び進み要素を含む制御関数によって選定する進み制御を行うことにより、操縦安定性及び応答性を共に向上させることができることを提案した。

この比例要素及び進み要素を含む制御関数によ

って前輪及び後輪の少なくとも一方の補助操舵量を選定する場合には、車両の操舵応答性が向上しているため、上記従来例のように、走行路面が滑りやすいときに、滑りにくいときに比較して比例要素を大きくすると、操舵応答性がより助長されることになり、ドリフトアウト或いはスピンアウトし易くなるという問題点があった。

そこで、この発明は、上記従来例の問題点に着目してなされたものであり、比例要素及び微分要素を含む制御関数によって前輪及び後輪の少なくとも一方を補助操舵量を選定する場合に、滑りやすい路面を走行する際の比例要素及び微分要素の少なくとも一方を滑りにくい路面を走行する際の値よりも小さい値に選定することにより、操縦安定性を確保することができる4輪操舵車両の操舵制御装置を提供することを目的としている。

〔問題点を解決するための手段〕

上記目的を達成するために、この発明は、前輪及び後輪の少なくとも一方を補助操舵する補助操舵機構と、該補助操舵機構の補助操舵量を、操舵

角、外乱等の舵角指令値に対する比例要素及び進み要素を含む制御関数を用いて選定する操舵制御手段とを備えた4輪操舵車両において、走行路面の滑り状態を検出する路面状態検出手段と、該路面状態検出手段の検出値に基づいて前記操舵制御手段の比例要素及び進み要素の何れか一方を変更する補正手段とを備えたことを特徴としている。

〔作用〕

この発明においては、前輪及び後輪の何れか一方を補助操舵する補助操舵機構の補助操舵量を、比例要素及び進み要素を含む制御関数で選定する操舵制御手段の比例要素及び進み要素の何れか一方を、路面状態検出手段の検出結果が路面が滑りやすいものであるときには、滑りにくい場合の値より小さく選定することにより、操舵特性の変化を防止する。

〔実施例〕

以下、この発明の実施例を図面に基づいて説明する。

第2図はこの発明の一実施例を示す概略構成図

である。

図中、1L、1Rは前輪、2L、2Rは後輪である。前輪1L、1Rは、図示しないナックルにタイロッド3L、3Rの一端が接続され、タイロッド3L、3Rの他端がラックアンドピニオン式ステアリング装置4のラック軸4aに接続され、ラックアンドピニオン式ステアリング装置4のステアリングシャフト5がステアリングホイール6に接続され、ステアリングホイール6を操舵することにより、その操舵方向と同一方向に前輪1L、1Rが操舵される。そして、車体に対して左右動可能に弾性支持されたラックハウジング4bには、操舵補助力を発生する前輪補助操舵用シリンダ7のピストンロッド7aが連結されている。

一方、後輪2L、2Rは、図示しないナックルにタイロッド8L、8Rを介して後輪補助操舵用シリンダ9のピストンロッド9aが接続されている。

そして、後輪2L、2Rは、エンジン10の駆動力が変速機11、プロペラシャフト12、ディ

ファレンシャル装置13及びディファレンシャル装置13の出力側に連結された車軸14L、14Rを介して伝達される。

また、前輪補助操舵用シリンダ7及び後輪補助操舵用シリンダ9は、夫々ピストン7b及び9bによって画成される圧力室7ℓ、7r及び9ℓ、9rがクローズドセンタ型のサーボ弁20及び21に接続されている。サーボ弁20及び21は、その入力ポートが互いに接続されてアンロード弁22を介してエンジン10によって回転駆動される油圧ポンプ23の吐出側に接続され、ドレンポートが互いに接続されてリザーバタンク24に接続されている。なお、25はライン圧を蓄圧するアキュムレータである。

サーボ弁20及び21はマイクロコンピュータを含んで構成されるコントローラ31からの制御信号によって駆動制御される。

コントローラ31には、ステアリングホイール6の操舵角を検出する操舵角検出器32、変速機11に取付けられて車両の車速を検出する車速検

出器33、前輪補助操舵用シリンダ7の移動量を検出することにより前輪舵角を検出する前輪舵角検出器34、後輪補助操舵用シリンダ9の移動量を検出することにより後輪舵角を検出する後輪舵角検出器35及び前輪1L、1R及び後輪2L、2Rの回転数を検出する回転数検出器36L、36R及び37L、37Rの回転数検出値 N_{rl} 、 N_{rr} 及び N_{ll} 、 N_{lr} が入力され、これらに基づき所定の演算処理を実行して各サーボ弁20及び21に対する制御信号を形成する。

すなわち、車速検出器33の車速検出値 V に基づいて下記(1)式に従って比例定数 K_r 、 K_f を求め、且つ下記(2)式及び(3)式に従って進み要素としての微分係数 τ_r 、 τ_f を求めると共に、各回転数検出値 N_{rl} 、 N_{rr} 及び N_{ll} 、 N_{lr} に基づいて下記(4)式の演算を行って前後輪の車輪速差 ΔN を算出し、この車輪速差 ΔN に基づいて予め記憶装置に記憶された第3図に示す車輪速差 ΔN と補正係数 α との関係に対応した記憶テーブルを参照して補正係数 α を決定し、この補正係数 α と各比例定数 K_r 、

K_f 及び微分係数 τ_r 、 τ_f とを乗算して補正比例定数 K_{rc} 、 K_{fc} 及び補正微分係数 τ_{rc} 、 τ_{fc} を算出し、これらに基づいて下記(5)式及び(6)式に従って前輪舵角 $\delta_r(s)$ と操舵角 $\theta(s)$ との伝達関数 $H_r(s)$ 及び後輪舵角 $\delta_f(s)$ と操舵角 $\theta(s)$ との伝達関数 $H_f(s)$ を算出し、これら伝達関数 $H_r(s)$ 及び $H_f(s)$ と操舵角 $\theta(s)$ とから下記(7)式及び(8)式に従って前輪舵角 $\delta_r(s)$ 及び後輪舵角 $\delta_f(s)$ を算出して前輪舵角指令値 δ_r 及び後輪舵角指令値 δ_f を算出し、これら前輪舵角指令値 δ_r 及び後輪舵角指令値 δ_f と前輪舵角検出値 δ_{rd} 及び後輪舵角検出値 δ_{fd} との差値が零となるように各サーボ弁20及び21に制御信号を出力する。

$$K_r = K_f = \frac{a M C_f V^2 + b \ell C_r C_f}{\ell^2 C_r C_f + (b C_r - a C_f) M V^2} \quad \dots \dots \dots (1)$$

$$\tau_r = \frac{C_f I V}{\ell^2 C_r C_f + (b C_r - a C_f) M V^2} \quad \dots \dots \dots (2)$$

$$\tau_f = \frac{C_r I V}{\ell^2 C_r C_f + (b C_r - a C_f) M V^2} \quad \dots \dots \dots (3)$$

$$\Delta N = \frac{N_{rl} + N_{rr}}{2} - \frac{N_{ll} + N_{lr}}{2} \quad \dots \dots \dots (4)$$

$$H_r(s) = K_{rc} + \tau_{rc} S \quad \dots \dots \dots (5)$$

$$H_f(s) = K_{fc} - \tau_{fc} S \quad \dots \dots \dots (6)$$

$$H_r(s) = \delta_r(s) / \theta(s) \quad \dots \dots \dots (7)$$

$$H_f(s) = \delta_f(s) / \theta(s) \quad \dots \dots \dots (8)$$

ここで、 C_f は前輪コーナリングパワー、 C_r は後輪コーナリングパワー、 ℓ はホイールベース、 a は前輪及び重心点間距離、 b は後輪及び重心点間距離、 M は車両質量、 I は車両ヨー慣性モーメント、 V は車速、 S はラプラス演算子である。

次に、上記実施例の動作をコントローラ31の処理手順を示す第4図のフローチャートを伴って説明する。

まず、ステップ①で操舵角検出器32からの操舵角検出値 θ 及び車速検出器33からの車速検出値 V を読み込み、次いでステップ②に移行して、車

速検出値 V に基づいて前記(1)式～(9)式の演算を行って比例定数 K_r , K_f 及び微分係数 τ_r , τ_f を算出する。

次いで、ステップ③に移行して、車輪回転数検出器 36L, 36R 及び 37L, 37R の回転数検出値 N_{rl} , N_{rr} 及び N_{fl} , N_{fr} を読み、次いでステップ④に移行して、回転数検出値 N_{rl} , N_{rr} 及び N_{fl} , N_{fr} に基づき前記(4)式の演算を行って車輪速差 ΔN を算出する。

そして、ステップ⑤に移行して、車輪速差 ΔN に基づき第3図に対応する記憶テーブルを参照して補正係数 α を選定し、次いでステップ⑥に移行して補正係数 α と比例定数 K_r , K_f 及び微分係数 τ_r , τ_f とを夫々乗算して補正比例定数 K_{rc} , K_{fc} 及び補正微分係数 τ_{rc} , τ_{fc} を算出する。

次いで、ステップ⑦に移行して、補正比例定数 K_{rc} , K_{fc} 及び補正微分係数 τ_{rc} , τ_{fc} に基づいて前記(5)式及び(6)式の演算を行って前輪側伝達関数 $H_r(s)$ 及び後輪側伝達関数 $H_f(s)$ を算出する。

次いで、ステップ⑧に移行して、操舵角検出値

θ と前輪側伝達関数 $H_r(s)$ 及び後輪側伝達関数 $H_f(s)$ とに基づいて前記(7)式及び(8)式の演算を行って前輪舵角 $\delta_r(s)$ 及び後輪舵角 $\delta_f(s)$ を算出し、これをラプラス逆変換して前輪舵角指令値 δ_r 及び後輪舵角指令値 δ_f を算出し、次いでステップ⑨に移行して、前輪舵角検出器 34 及び後輪舵角検出器 35 からの前輪舵角検出値 δ_{ra} 及び後輪舵角検出値 δ_{fa} を読み、両者の差値 $\Delta \delta_r = \delta_r - \delta_{ra}$ 及び $\Delta \delta_f = \delta_f - \delta_{fa}$ を算出して、差値 $\Delta \delta_r$ 及び $\Delta \delta_f$ が零のときにはサーボ弁 20 及び 21 に対する制御信号 CS_{ra} , CS_{ra} 及び CS_{fa} , CS_{fa} を論理値 "0" に、差値 $\Delta \delta_r > 0$, $\Delta \delta_f > 0$ のときには制御信号 CS_{ra} , CS_{ra} を論理値 "1" に、制御信号 CS_{ra} , CS_{ra} を論理値 "0" に、差値 $\Delta \delta_r < 0$, $\Delta \delta_f < 0$ のときには、制御信号 CS_{ra} , CS_{ra} を論理値 "0" に、制御信号 CS_{ra} , CS_{ra} を論理値 "1" に夫々設定して、サーボ弁 20 及び 21 を制御することによって、前輪補助操舵用シリンダ 7 及び後輪補助操舵用シリンダ 9 をフィードバック制御する。

この第4図の処理において、ステップ①、②及びステップ⑦～⑨の処理が補助操舵制御手段に対応し、ステップ③及び④の処理が路面状態検出手段に対応し、ステップ⑤及び⑥の処理が補正手段に対応している。

したがって、今車両が乾燥路等の摩擦係数の高い走行路面即ち滑りにくい路面を定速で走行しているものとする、車速検出値 V が一定値となるので、コントローラ 31 のステップ②で算出される比例定数 K_r , K_f 及び微分定数 τ_r , τ_f も一定値となる。一方、車両が滑りにくい路面を走行している、駆動輪となる後輪 2L, 2R のスリップ率が少なく、従動輪となる前輪 1L, 1R はもともとスリップ率が少ないので、ステップ④で算出される両車輪の回転速差 ΔN は小さい値となり、このためステップ⑤で選定される補正係数 α の値が大きな値となる。これに応じて補正係数 α と比例定数 K_r , K_f 及び微分定数 τ_r , τ_f とを乗算した補正比例定数 K_{rc} , K_{fc} 及び補正微分係数 τ_{rc} , τ_{fc} も大きな値となり、最終的に算出され

る前輪舵角指令値 δ_r は第5図(a)で実線図示のように、額線図示の実際の操舵角 θ に対して立ち上がりが急峻となると共に、転舵角も大きくなり、後輪舵角指令値 δ_f についても第5図(b)で実線図示の如く逆相分が大きくなって車両全体としての応答性を向上させることができる。

一方、車両が濡れた路面、雪道等の摩擦係数が少なく滑りやすい路面を走行する状態となると、駆動輪となる後輪 2L, 2R のスリップ率が多くなり、従動輪となる前輪 1L, 1R のスリップ率はさほど変化しないので、両車輪の車輪速差 ΔN が大きくなる。このように、車輪速差が大きくなると、ステップ⑤での補正係数 α の値が第3図に示すように小さい値となり、これに応じて補正比例定数 K_{rc} , K_{fc} 及び補正微分係数 τ_{rc} , τ_{fc} も小さな値となるので、実際のの前輪転舵角は、第5図(a)で破線図示のように、実際のの操舵角 θ に近づき、後輪転舵角も第5図(b)で破線図示のように逆相分及び正相分が少なくなり、路面の滑りやすい分だけ全体として車両の応答性が低下され、ドリ

フトアウト或いはスピニアウトを防止することができる。

このように、上記実施例においては、路面状態に応じて比例要素及び進み要素を変更するようにしており、特に微分要素を滑りやすい路面走行時に滑りにくい路面走行時に比較して小さく変更することにより、車両の回頭性を抑制する効果を大きく発揮することができる。

なお、上記実施例においては、前輪側及び後輪側の比例定数 K_f 、 K_r と微分係数 τ_f 、 τ_r とを路面状態に応じて同時に変化させる場合について説明したが、これに限定されるものではなく、比例定数及び微分係数の何れか一方を路面状態に応じて変更するようにしてもよい。具体的には、過渡的な車両の挙動に大きな影響を及ぼす微分係数のみを変更してもよい。さらに、前輪側及び後輪側の双方に補助操舵機構を設ける場合に限らず、前輪側及び後輪側の何れ一方に補助操舵機構を設けるようにしてもよい。

また、上記実施例においては、前輪補助操舵用

シリンダ7及び後輪補助操舵用シリンダ9をクローズドセンタ型のサーボ弁20及び21を使用し、これらをフィードバック制御する場合について説明したが、これに限定されるものではなく、クローズドセンタ型サーボ弁20及び21に代えてオープンセンタ型サーボ弁を適用し、これに応じて各シリンダ7及び9のピストンロッド7a、9aに中立位置に復帰させる復帰スプリングを介挿して制御するようにしてもよい。

さらに、上記実施例においては、後輪側補助操舵用シリンダ9によって後輪2L、2Rを操舵する場合について説明したが、これに限らず後輪2L、2Rを固定部との間に夫々2本のラテラルロッドで支持し、その一方のラテラルロッドの中間部に夫々トー角変化を行えるように油圧シリンダを介挿し、これら油圧シリンダをコントローラ21で制御するようにしても上記実施例と同様の作用効果を得ることができる。

またさらに、上記実施例においては、路面状態検出手段として、車両の各車輪の回転数を回転数

検出器で検出し、それらの左右輪の平均値を減算して車輪速差 ΔN を算出する場合について説明したが、これに限定されるものではなく、左右の一方側の前後車輪の回転速差を検出するようにしてもよく、また雨滴センサ、ワイパスイッチ等によって間接的に路面滑り状態を検出するようにしてもよい。

(発明の効果)

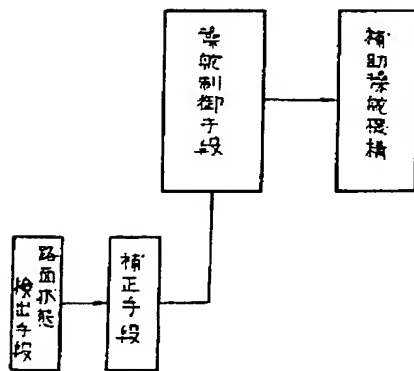
以上説明したように、この発明によれば、比例要素及び進み要素を含む制御関数によって補助操舵輪の補助操舵量を選定する4輪操舵車両において、路面の滑り状態を路面状態検出手段で検出し、その検出結果に応じて比例要素及び進み要素の少なくとも一方を変更するようにしたので、滑りやすい路面走行時のドリフトアウト、スピニアウトを確実に防止することができると共に、操縦安定性及び応答性の双方を向上させることができ、走行路面の滑り状態にかかわらず最適な操舵特性を得ることができる。

4.図面の簡単な説明

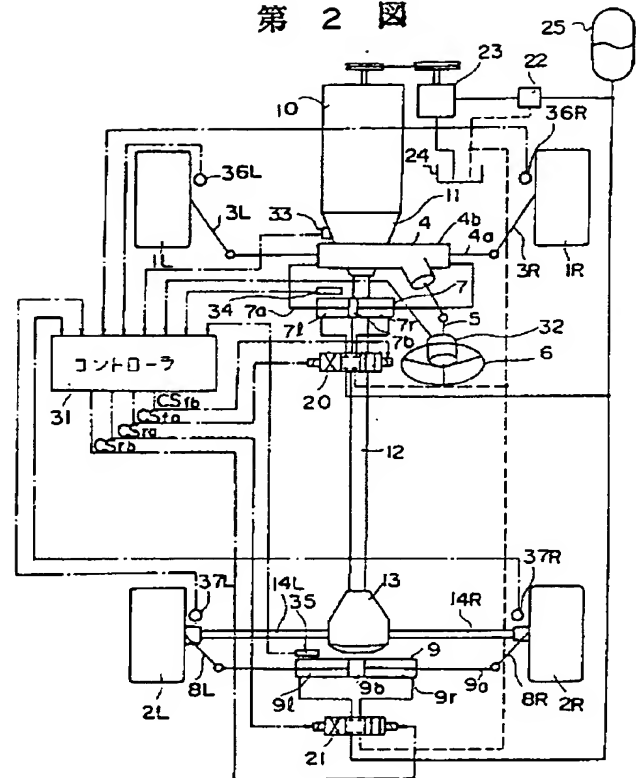
第1図はこの発明の概要を示す基本構成図、第2図はこの発明の一実施例を示す概略構成図、第3図は車輪速差と補正係数との関係を示す特性線図、第4図はコントローラの処理手順の一例を示すフローチャート、第5図(a)及び(b)は夫々時間に対する前輪舵角及び後輪舵角の関係を示す特性線図である。

図中、1L、1Rは前輪、2L、2Rは後輪、4はラックアンドピニオン式ステアリング装置、6はステアリングホイール、7は前輪補助操舵用シリンダ、9は後輪補助操舵用シリンダ、10はエンジン、11は変速機、20及び21はサーボ弁、23は油圧ポンプ、31はコントローラ、32は操舵角検出器、33は車速検出器、34は前輪舵角検出器、35は後輪舵角検出器、36L、36R、37L、37Rは車輪回転数検出器である。

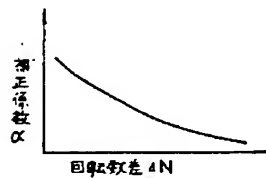
第 一 函



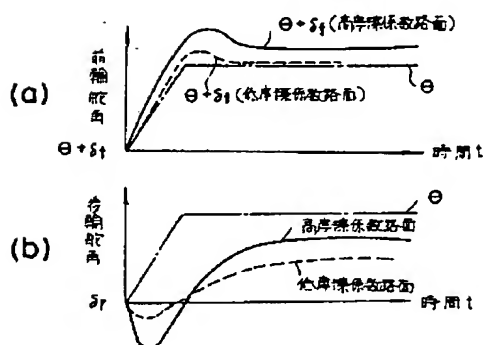
第 2 圖



第 3 図



第 5 図



第 4 図

